

横型攪拌槽の攪拌所要動力測定法

その他（別言語等） のタイトル	The Method of Measuring Power Consumption by Stirred Impeller in the Horizontal Stirred Vessel
著者	安藤 公二，高畑 賢二，園 優雄，松平 幹雄
雑誌名	室蘭工業大学研究報告．理工編
巻	7
号	3
ページ	785-788
発行年	1972-09-15
URL	http://hdl.handle.net/10258/3553

横型攪拌槽の攪拌所要動力測定法

安藤 公二・高畑 賢二
園 優雄・松平 幹雄

The Method of Measuring Power Consumption by Stirred Impeller in the Horizontal Stirred Vessel

Koji Ando, Kenji Takahata, Sunao Sono
and Mikio Matudaira

Abstract

It is found that a torsion dynamometer applies to the measuring power consumption in horizontal stirred vessel and that a turn-table dynamometer is unsuitable.

I. 緒 言

縦型攪拌槽の攪拌動力に関する研究は、均一系、異相系ともに、かなり古くから行なわれており、その測定法に関しては、永田ら¹⁾の詳細な研究が報告されている。しかし、横型攪拌槽の攪拌所要動力に関しては、少数の研究が公報^{2),3)}されるにとどまり、縦型攪拌槽の攪拌動力測定法に関する知見をそのまま準用しうるか否か明らかでない。

筆者^{4)~8)}らは、さきに、横型攪拌槽内の流動状態が、攪拌羽根基準のフルード数および液量率によって、図-3にモデル的にえがいた2つのパターンA, Bに大別されることを示し、種類の装置特性と操作条件との関係は、流動状態によって異なることを報告した。

本報では、縦型攪拌槽の攪拌動力測定法として常用されている振り動力計法とターンテーブル法との2つの測定法を横型攪拌槽に準用して、その攪拌動力を測定し、槽内の流動状態がガス吸収に適した⁶⁾状態(A状態)におけるターンテーブル法の測定値は、真の攪拌動力を示さず、横型攪拌槽の攪拌動力測定法としては、振り動力計法が適当であることを示している。

II. 測定法および実験装置

実験装置の概要を図-1に示した。攪拌槽は、前報⁷⁾と幾何学的に相似な透明アクリル製の円筒形容器3種(槽径 $D_t=10.6, 15.0, 18.4$ cm)を用い、中心水平軸中央に、2枚および4枚羽根の平羽根タービンを取り付けた。使用攪拌液は、水および水飴水溶液である。

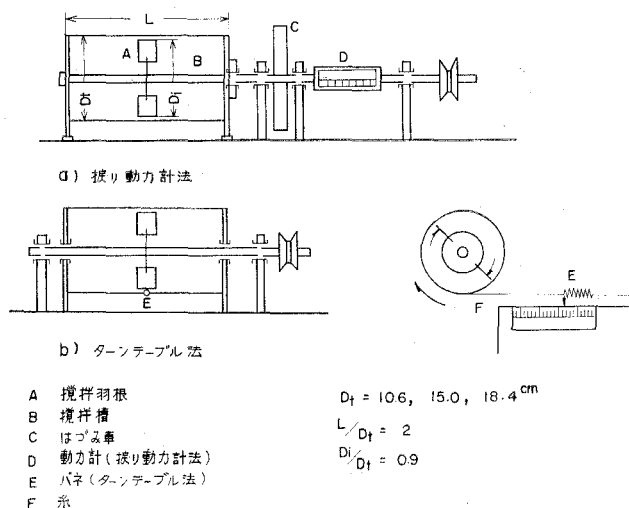


図-1 実験装置

II.1 振り動力計法

攪拌軸にかかる振りモーメントを測定するもので、これには、駆動軸と攪拌軸とを一旦切り離してスプリングで結ぶ方法と、軸そのものの振りを測定する方法とがある¹⁾。本報では、前者の方法である市販の山崎式トルクメーターを用い、そのずれ角度をストロボで直接読み取った。用いた実験装置の概要を図-1のa)に示した。この場合、縦型と異なり、槽軸受部、特にシール部での摩擦が測定値に加算される。したがって、槽内液量率 $\varepsilon (\equiv V_L/V_0)$ 、 V_L : 攪拌液体積、 V_0 : 槽容積) が零でのトルクを測定し、種々の実験条件下で測定したトルクより差引いて、真のトルクとした。液量率 $\varepsilon=0$ での所要動力を測定する場合、液が槽に入っている時の状態と異ならぬように、槽内側軸受部に水をかけながら測定した。 $\varepsilon=0$ でのトルクは、グランドパッキング部の締め具合、攪拌羽根の回転速度、装置規模等に影響されるが、本実験の範囲では、槽径 $D_1=15.0 \text{ cm}$ の場合で $4000 \pm 200 \text{ G-cm}$ 程度であった。したがって、この場合、攪拌トルクが 1000 G-cm 以上である本実験の範囲では、攪拌トルクに対するその変動値は小さいが、攪拌トルクがより小さい場合、たとえば、回転速度の小さい場合には、 $\varepsilon=0$ でのトルクの変動が実験精度におよぼす影響を、無視し得なくなる。さらに、横型攪拌槽の場合は、縦型と異なり、羽根にかかる抵抗がその位置によって異なり、攪拌動力が時間的に変動する。そのため、トルクメーターの指示値が振動し、その振動の程度は、羽根数の少ない2枚羽根の場合に特に著しい。したがって、本実験では、トルクメーターと槽との間に、図-1に示したように、はずみ車を取りつけ、攪拌トルクの平均値を測定した。玉置ら^{2),3)}は、本実験と同種の装置について、シール部のグランドパッキング部よりも攪拌羽根側の攪拌軸にストレインゲージを取りつけ、 $\varepsilon=0$ のトルクを小さくすることを試みているが、トルクの時間的な変動については言及していない。

II. 2 ターンテーブル法

回転台の上に縦型攪拌槽をのせて、この槽の内壁が液の流れによる摩擦によって受けるトルクを測定する方法である¹⁾。図-1のb)に、この方法を横型攪拌槽に準用して、本実験に使用した装置の概要を示した。槽自体を軸と同心で回転できるようにベアリングで受けて、この槽が受けるトルクをバネで測定した(縦型攪拌槽のようなターンテーブルを本実験では用いていないので、ターンテーブル法という表現は必ずしも適当ではないが、本報では、この方法を、ターンテーブル法と以下略称する)。バネは、図示のごとく、槽中央部に取りつけた。軸受部の摩擦の影響を考慮して、所定の操作条件で、バネの伸びが定常状態に達した後、槽を羽根の回転方向にわずかに回転させ、再び槽が静止した時のバネの伸びを測定し、逆方向に槽を回転させた時の測定値との平均値を求めた。本測定法の場合は、はずみ車をつけなかったが、槽の自重のため、バネの伸びは時間的にほぼ一定値を示した。

III. 実験結果

両測定法で測定した攪拌動力測定結果の1例を図-2に示した。図中まる印は振り動力計法、三角印はターンテーブル法での測定値を示し、槽内流動状態との対応を明示するため、B状態での測定値を黒ぬりにしている。図より明らかなごとく、攪拌動力と回転数との関係は、A, B状態ごとに異なった相関を示している。そして、B状態では、両測定法での測定値は一致しているが、A状態では、同一操作条件での攪拌動力測定値は、振り動力計法による値の方がターンテーブル法の値より大きい。この原因は、

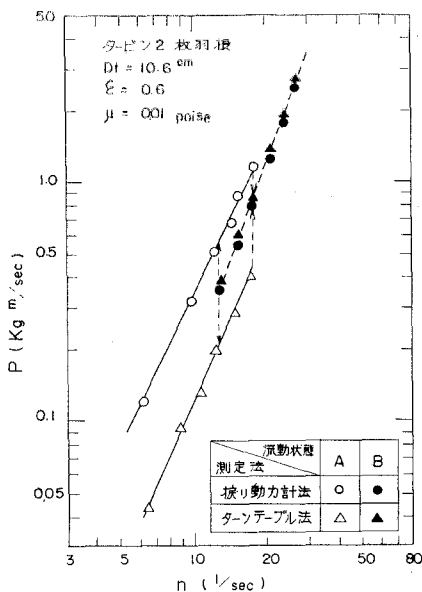


図-2 両測定法による攪拌動力 P と攪拌羽根の回転数 n との関係

図-3に示したように、槽内流動状態がA型、即ち中空でない状態では、槽内液体の重心は槽中心よりずれるため、槽内壁には、液重心のずれによるトルクと液体の流れによるトルクとが作用している。槽の回転しようとするトルクを測定するターンテーブル法では、上記両トルクの和(両トルクの方法は逆

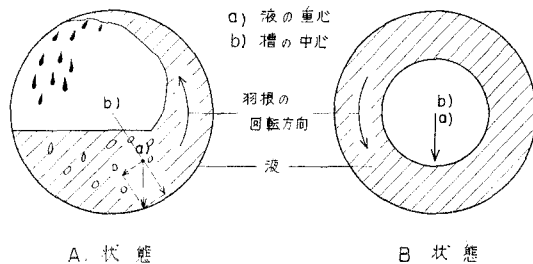


図-3 槽内液の流動状態

である)を測定することとなる。したがって、ターンテーブル法は、A 状態では、攪拌動力測定法として適当でない。また、B 状態即ち中空状態では、液体の重心は槽の中心にあるため、両測定法の測定値は一致し、両測定法とも正しい攪拌動力を示していると考えられる。槽の大きさ ($D_t = 10.6 \sim 18.4$ cm), 液量率 ($\varepsilon = 0.3 \sim 0.7$), 攪拌液の粘度 ($\mu = 0.01 \sim 0.24$ ポイズ) が異なっても、同様の傾向が得られた。

IV. 結 言

縦型攪拌槽の攪拌動力測定法として常用されている振り動力計法とターンテーブル法を準用して、横型攪拌槽の攪拌動力を測定し、槽内流動状態が A 状態の場合には、ターンテーブル法は正しい攪拌動力を示さず、横型攪拌槽の攪拌動力測定法としては、振り動力計法が適当であることを示した。

終りに本研究に際し御指導をいただいた北海道大学工学部遠藤一夫教授ならびに有意義な討論をいただいた本学原弘助教授に感謝の意を表する。

〔化学工学協会第 1 回秋期大会 (大阪, 1967 年 10 月) にて一部研究発表〕

(昭和 47 年 4 月 26 日受理)

文 献

- 1) 永田進治・横山藤平: 化学工学, **20**, 271 (1956).
- 2) 玉木康夫・伊藤四郎: 化学工学協会第 2 回秋季大会講演要旨集, C 102 (1968).
- 3) 玉木康夫・伊藤四郎: 化学工学協会第 37 年会講演要旨集, G 104 (1972).
- 4) 安藤公二・原 弘・遠藤一夫: 化学工学, **35**, 466 (1971).
- 5) 安藤公二・原 弘・遠藤一夫: 化学工学, **35**, 806 (1971).
- 6) 安藤公二・原 弘・遠藤一夫: 化学工学, **35**, 1361 (1971).
- 7) 安藤公二・八柳正弘・内藤憲良・田保英明: 室工大研報, **7** (2), 483 (1971).
- 8) 安藤公二・田保英明・遠藤一夫: Journal of Chemical Engineering of Japan, **5**, 193 (1972).